

Анализ способов утилизации отработанных деревянных железнодорожных шпал

Рецензия эксперта на статью получена
14.04.2023 [The expert review of the article
was received on April 14, 2023]

Россия занимает третье место в мире после США и Китая по протяжённости железнодорожных путей (около 87 тыс. км). В одном километре ж/д путей уложено от 1500 до 2000 деревянных шпал, каждая из которых пропитана специальным химическим соединением — каменноугольным креозотом. Ежегодно после ремонта железнодорожных путей скапливается большое количество отслуживших свой срок деревянных шпал, в связи с чем появляется необходимость их утилизации наиболее эффективным с экологической и экономической точки зрения способом. Утилизация отработанных шпал актуальна и направлена на сокращение затрат на складирование, освобождение полос отвода ж/д путей. В настоящее время применяются способы утилизации шпал: сжигание, повторное использование, переработка в древесный уголь и газификация.

Предметом исследования являются газогенераторы поперечного процесса. Объектом исследования выступают методы газификации отработанных шпал. Методология работы заключается в литературном поиске и сравнительном анализе исследуемых способов утилизации.

Ежегодно после ремонта железнодорожных путей скапливается большое количество отслуживших свой срок деревянных шпал. Сегодня шпалы складываются на территории предприятий путевого хозяйства, что требует дополнительных финансовых затрат. Также не складированные шпалы занимают полосу отвода железнодорожных путей.

Каждая из уложенных шпал пропитана креозотом — ядовитой, воспламеняющейся, труднорастворимой в воде, маслянистой жидкостью с сильным запахом, получаемой из древесного и каменноугольного дёгтя. Креозот применяется с целью защиты деревянных изделий от воздейст-

Объектом исследования выступают методы газификации отработанных шпал. Методология работы заключается в поиске и сравнительном анализе исследуемых способов утилизации

вия окружающей среды, атмосферных осадков и увеличения срока службы шпал.

Удалить данную пропитку можно различными способами. Однако в силу того, что в ней содержится креозотное вещество, при горении в атмосферу выделяются токсичные вещества, такие как ацетон, бутанол, фенолы и т.д. Эти токсичные вещества вызывают у людей и животных различные заболевания и загрязняют окружающую среду, поэтому утилизация шпал прямым сжиганием (наиболее частый в применении и дешёвый способ) не только не приносит вторичную выгоду от утилизации, но и наносит прямой вред.

В связи с этим были исследованы альтернативные способы утилизации отработанных деревянных шпал, имеющие свои преимущества и недостатки.

Существуют несколько способов утилизации деревянных шпал:

1. Сжигание. К преимуществам способа можно отнести быструю скорость процесса, низкую стоимость и достаточно высокую эффективность. Существенным недостатком является образование золы и большой объем выделяемых вредных веществ, которые наносят вред экологии и здоровью людей, так как креозот при данном способе не нейтрализуется.

2. Повторное использование. Это фактически безотходное производство, однако шпалы остаются токсичными за счёт своей пропитки, что является прямым вредом жизни и здоровью человека, а значит существенным недостатком.

УДК 662.76.032. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.03).

Анализ способов утилизации отработанных деревянных железнодорожных шпал

В.П. Рыбальская, аспирант, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Предмет исследования — газогенераторы поперечного процесса, тема — анализ способов утилизации отработанных деревянных железнодорожных шпал, цель — разработка конструкции газогенератора и обоснование его конструктивных особенностей; исследование влияния газификации в газогенераторах поперечного процесса газификации на процесс утилизации отработанных шпал, методы — литературный и патентный поиск, сравнительный анализ полученных данных, результаты работы — выявление наиболее эффективного и экологически безопасного способа утилизации, применение — объекты инженерной инфраструктуры ОАО «РЖД». Вывод: применение для утилизации отработанных деревянных шпал газогенераторов с поперечным процессом газификации.

Ключевые слова: газогенератор, деревянная железнодорожная шпала, генераторный газ, тепловые энергоустановки.

УДК 662.76.032. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.03).

Analysis of ways to dispose of used wooden railway sleepers

V.P. Rybalskya, postgraduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, [St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering \(SPbGASU\)](#)

The subject of the research is gas generators of the transverse process, the topic is the analysis of methods for recycling spent wooden railway sleepers, the purpose is to develop the design of the gas generator and substantiate its design features; the study of the influence of gasification in gas generators of the transverse gasification process on the process of recycling spent sleepers, methods — literary and patent search, comparative analysis of the data obtained, the results of the work — identification of the most effective and an environmentally safe method of disposal, application — objects of engineering infrastructure of JSC "Russian Railways". Conclusion: the use of gas generators with a transverse gasification process for the disposal of spent wooden sleepers.

Key words: gas generator; wooden railway sleeper; generator gas; thermal power plants.

3. Переработка в древесный уголь. Преимуществом способа является нейтрализация креозота и дальнейшая переработка шпал в уголь. Несмотря на то, что метод позволяет не только получать, но и хранить теплоту, эффективность установок невелика, и данный способ весьма затратен, а за счёт большого потребления дизельного топлива ещё и неэкономичен. Подобная технология может применяться локально, но не массово.

4. Газификация. Данный метод походит на сжигание, только при газификации обезвреживание креозота эффективней, а идея газификации позволяет экономить органическое топливо, поэтому здесь одновременно решаются экологические, экономические и социальные задачи.

Процесс газификации имеет много общего с процессом горения. В основе обоих процессов лежит окисление, то есть химическое соединение восстановителя с окислителем (углерода и водорода с кислородом) [1]. Отличие процессов заключается в том, что при сгорании происходит полное окисление топлива в условиях избытка кислорода, а газификация идёт в условиях дефицита кислорода, при этом полного окисления топлива нет.

При газификации в качестве окислителей или газифицирующих агентов используют кислород или обогащённый им воздух, водяной пар, диоксид углерода, а либо смеси перечисленных веществ. В зависимости от соотношения реагентов, температуры и времени протекания реакции, можно получать газовые смеси разного состава.

Данный способ является наиболее эффективным, поскольку не только утилизируются шпалы, но и получается генераторный газ, который можно использовать как топливо в тепловых энергоустановках с последующим применением полученной тепловой энергии на нужды отопления, вентиляции и ГВС потребителей.

Теория и конструктивное оформление способа газификации, то есть способа получения газообразных топлив из исходных твёрдых топлив, разработаны в настоящее время в значительно меньшей степени, чем оборудование для сжигания органического топлива.

В зависимости от организации подачи окислителя и гранулометрического состава исходного топлива можно выделить следующие схемы способа газификации биомассы:

- схема газификации в плотном слое;
- схема газификации в кипящем слое;
- схемы газификации в пылевом потоке.

При газификации в плотном слое топливо в виде крупных твёрдых кусков по-



даётся сверху в шахту газогенератора, где последовательно проходит такие стадии, как подсушка, пиролиз и газификация.

На сегодняшний день известно более 20 видов технологий газификации топлива, поэтому существует большое количество газогенераторов большой и малой мощности.

Все слоевые газогенераторы имеют четыре зоны: зону горения, зону собственно газификации, зону пиролиза и зону сушки. Конструктивно слоевой газогенератор обычно представляет собой шахту, внутренние стенки которой выложены огнеупорным материалом. Как было сказано выше, сверху шахты загружается топливо, а снизу подаётся дутьё. Слой топлива поддерживается колосниковой решёткой.

В зависимости от расположения места подачи воздушного или кислородного дутья в шахту и места выхода газа из шахты газогенератора с плотным слоем различают три типа газогенераторов: газогенераторы прямого процесса газификации; газогенераторы обращённого процесса газификации; газогенераторы поперечного процесса газификации.

Газогенераторы прямого процесса являются самыми ранними из разработанных и простыми аппаратами, используемыми как для газификации биомассы, так и для газификации угля.

При прямом процессе газификации генераторный газ выходит из верхней части шахты, а подача воздушного дутья производится в самой нижней части шахты газогенератора, где и происходит процесс горения углистого остатка топлива с выделением теплоты и продуктов сгорания (CO_2 и H_2O) [2].

Основные преимущества такого газогенератора — это простота, высокая степень выгорания топлива, высокая эффективность, возможность использования топлива различной влажности и фракционного состава. Действительно, зола полностью окисляется и при выгрузке из газогенератора не имеет в своём составе негоревшего углерода топлива. Содержание пыли в горячем газе мало, вследствие его низкой скорости на выходе из аппарата, а также благодаря «эффекту фильтрации» газа в зонах сушки и пиролиза [3].

Главный недостаток связан с высоким содержанием смол в получаемом генераторном газе, поскольку отбор газов происходит над зоной сушки топлива, где концентрация смол наиболее высокая.

При обращённом процессе газификации подача воздушного дутья осуществляется в средней части шахты газогенератора, где и образуется очаг горения, а генераторный газ отводится из шахты в нижней её части. Главное преимущество газогенераторов обращённого процесса — низкое содержание смол в генераторном газе, поэтому такой газ после обычной фильтрации и охлаждения может быть использован в двигателях внутреннего сгорания.

При поперечном процессе газификации воздушное дутьё подаётся внизу шахты газогенератора с одной стороны, а образующаяся парогазовая смесь (генераторный газ) отводится через отверстия на другой стороне шахты. Эти газогенераторы были разработаны для газификации древесного угля и щепы при температуре процесса около 1500°C .

Главным преимуществом данного метода является возможность работы при малых мощностях. К недостаткам следует отнести низкую эффективность и высокое содержание смол в газе. Именно поэтому такие аппараты не получили широкого распространения.

По механизму процессов газификации, термохимического разложения и подсушки процесс газификации с поперечным дутьём занимает промежуточное положение между прямым и обращённым процессом. И для более широкого применения требует доработки для устранения указанных выше недостатков.

По результатам проведённого анализа научной литературы наиболее актуальным способом утилизации шпал является газификация. Применение газификации для утилизации отработанных шпал обеспечит решение следующих задач: бережение природных ресурсов, которые будут замещены вторичным сырьём; охрану окружающей среды от воздействия токсичных веществ, которые содержатся в отходах; применение генераторного газа в теплофикационных установках. ●

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 23.11.2009 №261-ФЗ.
2. Гинзбург Д.М. Газификация топлива и генераторные установки. — М., 1938. 386 с.
3. Канторович Б.В. Введение в теорию горения и газификация твёрдого топлива. — М.: Металлургиздат, 1961. 355 с.
4. Слойные методы энергохимического использования топлива / Б.Д. Кацнельсон, Ю.Н. Корчунов, А.А. Ливеровский [и др.]. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. 188 с.

References — see page 80.

Analysis of ways to dispose of used wooden railway sleepers. Pp. 40–41.

Viktoria P. Rybalskya, postgraduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, [St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering \(SPbGASU\)](#)

1. *Ob jenergosberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoy jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federatsii* [On energy saving and on improving energy efficiency and on amending certain legislative acts of the Russian Federation]. *Federal'nyj zakon RF ot 23.11.2009 №261-FZ* [Federal Law of Russia No. 261-FL of November 23, 2009]. [In Russian]
2. D.M. Ginzburg. *Gazifikatsija topliva i generatornye ustanovki* [Fuel gasification and generator sets]. Moscow. 1938. 386 p. [In Russian]
3. B.V. Kantorovich. *Vvedenie v teoriju gorenija i gazifikatsija tverdogo topliva* [Introduction to the theory of combustion and gasification of solid fuels]. Moscow. *Metallurgizdat* [State Publishing House of Literature on Ferrous and Non-Ferrous Metallurgy of the USSR ("Metallurgizdat" Publisher)]. 1961. 355 p. [In Russian]
4. B.D. Katsnelson, Ju.N. Korchunov, A.A. Liverovskij et al. *Sloevye metody jergohimicheskogo ispol'zovanija topliva* [Layered methods of energy-chemical use of fuel]. Moscow; Leningrad. *Gosjenergoizdat* [State Publishing House of Literature on Energy of the USSR ("Gosenergoizdat" Publisher)]. 1962. 188 p. [In Russian]